

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 43 160.7

Anmeldetag: 01. September 2000

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
München/DE

Bezeichnung: Tonsignalerkennungsschaltung zur Erkennung von
Tonsignalen

IPC: G 01 R, H 04 M, G 08 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. Oktober 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Agurke

Beschreibung

Tonsignalerkennungsschaltung zur Erkennung von Tonsignalen

5 Die Erfindung betrifft eine Tonsignalerkennungsschaltung zur Erkennung von mindestens einem Tonsignal mit vorgegebener Tonsignalfrequenz, wobei das Tonsignal in einem empfangenen analogen Eingangssignal enthalten ist.

10 Tonsignale werden von Sendeeinrichtungen als Steuersignale einem analogen Datensignal hinzugefügt, so dass die zugehörige Empfangsschaltung bzw. der Empfänger in Abhängigkeit von den empfangenen Tonsignalen angesteuert werden kann. Beispielsweise enthalten Modemschaltungen
5 Signalempfänger, die Tonsignale zur Steuerung des Modems aus dem empfangenen analogen Datensignal extrahieren.

Fig. 1 zeigt eine Tonsignalerkennungsschaltung nach dem Stand der Technik. Ein analoges Eingangssignal, das neben dem
20 analogen Datensignal auch Tonsignale mit bestimmten Tonsignalfrequenzen enthält, gelangt über einen Signaleingang E zu einer Signalverstärkungs-Regelungsschaltung bzw. AGC-Schaltung (AGC: Automatic Gain Control), die dieses verstärkte analoge Eingangssignal an ein nachgeschaltetes
25 Anti-Aliasing-Filter abgibt. Von dem AAF gelangt das gefilterte analoge Eingangssignal zu einem Signaleingang eines Analog/Digital-Wandlers ADC (ADC: Analog Digital Converter), der in Abhängigkeit von einem Bezugsspannungspegel V_{refDC} das am Signaleingang
30 anliegende analoge Eingangssignal in einen digitalen Datenstrom umwandelt. Der analoge Bezugsspannungspegel V_{refDC} wird durch eine Referenzspannungsquelle U_0 erzeugt. Der digitale Datenstrom wird einer Interfaceschaltung IF zugeleitet und gelangt von dort zur weiteren
35 Datenverarbeitung in eine Datenverarbeitungseinheit DVE, in der der digitale Datenstrom decodiert und ausgewertet wird.

Das am Signaleingang E anliegende analoge Eingangssignal enthält Tonsignale mit diskreten Frequenzen, die einem Tonsignalverstärker TSV zugeführt werden. Die verstärkten Tonsignale, die zur Steuerung des Empfängers dienen, gelangen von dem Tonsignalverstärker TSV zu einstellbaren Bandpassfiltern BP, wobei die Bandpassfilter BP in Abhängigkeit der diskreten Frequenzen der zu erkennenden Tonsignale frequenzmäßig einstellbar sind. Alternativ wird für jede bekannte Tonsignalfrequenz ein eigenes Bandpassfilter BP vorgesehen. Den Bandpassfiltern BP ist jeweils eine Komparatorschaltung K mit einstellbarem Schwellenwert nachgeschaltet. Wird der Schwellenwertpegel des Komparators K überschritten, erkennt die über den Signalausgang des Komparators K angeschlossene zugehörige Tonsignalerkennungsschaltung TD (TD: Tone Detection), dass das zugehörige Tonsignal in dem analogen Eingangssignal enthalten ist und gibt ein entsprechendes Erkennungssignal an eine zentrale Steuerschaltung des Empfängers ab.

Die in Fig. 1 dargestellte Tonsignalerkennungsschaltung nach dem Stand der Technik hat den Nachteil, dass entweder für jedes Tonsignal ein eigenes Bandpassfilter BP notwendig ist oder ein schaltungstechnisch aufwendiges analoges Bandpassfilter BP vorgesehen werden muss, das auf alle vorkommenden Tonsignalfrequenzen einstellbar ist. Der schaltungstechnische Aufwand zur Erkennung der Tonsignale ist daher bei der in Fig. 1 dargestellten herkömmlichen Tonsignalerkennungsschaltung sehr hoch.

Ein weiterer Nachteil der in Fig. 1 dargestellten Tonsignalerkennungsschaltung nach dem Stand der Technik besteht darin, dass die Tonsignalerkennungsschaltung gegenüber Veränderungen der Tonsignalfrequenzstandards inflexibel ist, d.h. bei Änderung der Tonsignalfrequenzen nicht umprogrammierbar ist.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Tonsignalerkennungsschaltung zu schaffen, die zur Erkennung verschiedener Tonsignale programmierbar ist und die mit einem geringen schaltungstechnischen Aufwand realisierbar ist.

5

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Tonsignalerkennungsschaltung zur Erkennung von mindestens einem Tonsignal mit vorgegebener Tonsignalfrequenz mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

10

Die Erfindung schafft eine Tonsignalerkennungsschaltung zur Erkennung von mindestens einem Tonsignal mit vorgegebener Tonsignalfrequenz, wobei das Tonsignal in einem empfangenen analogen Eingangssignal enthalten ist, mit

15

einem Referenzsignalgenerator zur Erzeugung eines analogen Wandler-Referenzsignals, das aus einer Referenzgleichspannung und einem dieser Referenzgleichspannung überlagerten periodischen Referenzwechselspannungssignal mit variabler Grundfrequenz besteht,

20

einem Analog/Digital-Wandler zur Umwandlung des analogen Eingangssignals in einen digitalen Datenstrom in Abhängigkeit von dem analogen Wandler-Referenzsignal,

und mit einer digitalen Tonsignalerkennungsschaltung, die die variable Grundfrequenz des durch den Referenzsignalgenerator erzeugten Referenzsignals entsprechend den vorgegebenen

25

Tonsignalfrequenzen der zu erkennenden Tonsignale einstellt und den von dem Analog/Digital-Wandler abgegebenen digitalen Datenstrom zur Erkennung eines dem Tonsignal entsprechenden Datenmusters auswertet.

30

Die Grundidee der erfindungsgemäßen Tonsignalerkennungsschaltung besteht darin, den bereits im Empfänger enthaltenen Analog/Digital-Wandler zur Umwandlung des analogen Nutz-Eingangssignals auch zur Erkennung von Tonsignalen einzusetzen, die in dem analogen Eingangssignal enthalten sind.

35

Hierzu wird der Analog/Digital-Wandler zusätzlich als Mischstufe zum Mischen des analogen Eingangssignals mit dem durch den Referenzsignalgenerator erzeugten analogen Wandler-Referenzsignal eingesetzt.

5

Der Referenzsignalgenerator der erfindungsgemäßen Tonsignalerkennungsschaltung besteht vorzugsweise aus einer Referenzspannungsquelle zur Erzeugung einer Referenzgleichspannung,

10

einem steuerbaren Signalgenerator zur Erzeugung eines periodischen Referenzwechselspannungssignals in Abhängigkeit von einem von der digitalen Tonsignalerkennungsschaltung empfangenen Grundfrequenzeinstellsignal zur Einstellung der Grundfrequenz des periodischen Referenz-Wechselspannungssignals und einem Addierer, der die Differenzgleichspannung mit der periodischen Referenzwechselspannung zur Bildung des analogen Wandler-Referenzsignals addiert.

20

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Tonsignalerkennungsschaltung enthält die digitale Steuerschaltung eine Nulldurchgangs-Zähleinrichtung, die die Anzahl der Nulldurchgänge des von dem Analog/Digital-Wandler abgegebenen digitalen Datenstroms zählt, wobei die Steuerschaltung ein Tonsignal erkennt, wenn die Anzahl der Nulldurchgänge pro Zeit im wesentlichen einer vorgegebenen Soll-Nulldurchgangsrate entspricht.

25

Die verschiedenen Soll-Nulldurchgangsraten für die verschiedenen zu erkennenden Tonsignale sind vorzugsweise in der digitalen Steuerschaltung einstellbar.

30

Die digitale Steuerschaltung der erfindungsgemäßen Tonsignalerkennungsschaltung enthält vorzugsweise eine Komparatorschaltung mit einstellbaren Signalschwellenwerten.

35

Die digitale Steuerschaltung weist vorzugsweise ferner digitale Bandpassfilter zur Bandpassfilterung des digitalen Datenstroms auf.

- 5 In der digitalen Steuerschaltung werden die erkannten Tonsignale vorzugsweise in einem Speicher zwischengespeichert.

- 10 Die digitale Steuerschaltung gibt vorzugsweise bei einer vorgegebenen zwischengespeicherten Tonsignalkombination, die aus mindestens einem Tonsignal besteht, ein entsprechendes Interrupt-Steuersignal an eine zentrale Steuerung der Empfängerschaltung ab.

- 15 Der Analog/Digital-Wandler enthält vorzugsweise ein digitales Filter und ein Dezimationsfilter.

Bei dem empfangenen analogen Eingangssignal handelt es sich vorzugsweise um ein xDSL-Signal.

- 20 Die Empfängerschaltung, in der die erfindungsgemäße Tonsignalerkennungsschaltung vorgesehen ist, ist vorzugsweise eine Modem-Empfängerschaltung.

- 25 Das Datenmodem, in dem die erfindungsgemäße Tonsignalerkennungsschaltung enthalten ist, schaltet bei Empfang eines Interrupt-Signals von der Steuerschaltung durch die zentrale Steuerung der Empfängerschaltung vorzugsweise von einem Bereitschaftsbetriebsmodus in einen
30 Datenempfangsbetriebsmodus um.

- Dem Analog/Digital-Wandler ist bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Tonsignalerkennungsschaltung ein Anti-Aliasing-Filter (AAF)
35 vorgeschaltet.

Dem Anti-Aliasing-Filter ist ferner vorzugsweise eine automatische Verstärkungsregelungsschaltung vorgeschaltet.

Der von dem Analog/Digital-Wandler abgegebene digitale
5 Datenstrom wird vorzugsweise durch eine nachgeschaltete Datenauswerteschaltung des Empfängers ausgewertet.

Erfindungsgemäß wird ein herkömmlicher Analog/Digital-Wandler als Mischstufe zum Mischen eines analogen Eingangssignals mit
10 einem analogen Referenzsignal verwendet.

Dabei wandelt der Analog/Digital-Wandler das ihm zugeführte analoge Eingangssignal in einen digitalen Datenstrom um, der zur Erkennung eines Tonsignals ausgewertet wird.

15

Im weiteren werden bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Tonsignalerkennungsschaltung für eine Empfängerschaltung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale
20 beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Tonsignalerkennungsschaltung nach dem Stand
25 der Technik;

Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Tonsignalerkennungsschaltung;

30 Fig. 3 ein Ablaufdiagramm eines in der digitalen Steuerschaltung ablaufenden Programms zur Erkennung von Tonsignalen;

Fig. 4a bis c die Verwendung eines Analog/Digital-Wandlers
35 als Mischstufe innerhalb der erfindungsgemäßen Tonsignalerkennungsschaltung.

Wie man aus Fig. 2 erkennen kann, weist die erfindungsgemäß
Tonsignalerkennungsschaltung 1 einen Signaleingang 2 zum
Anlegen eines empfangenen analogen Eingangssignals auf. Die
Tonsignalerkennungsschaltung 1, wie sie in Fig. 2 gezeigt
5 ist, bildet beispielsweise einen Teil einer
Empfängerschaltung eines Datenmodems. Das an dem
Signaleingang 2 anliegende analoge Eingangssignal besteht aus
einem analogen Nutzsignal und verschiedenen Tonsignalen mit
vorgegebenen Tonsignalfrequenzen, die zur Steuerung der
10 Empfängerschaltung dienen. Das am Signaleingang 2 anliegende
analoge Eingangssignal wird über eine Signalleitung 3 dem
Eingang 4 einer Verstärkungsregelungsschaltung 5 zugeführt,
die das verstärkte analoge Eingangssignal über einen Ausgang
6 und eine Signalleitung 7 einem nachgeschalteten Anti-
15 Aliasing-Filter 8 zuführt. Der Anti-Aliasing-Filter 8 ist
ausgangsseitig über eine Signalleitung 9 an einen analogen
Signaleingang 10 eines Analog/Digital-Wandlers 11
angeschlossen. Der Analog/Digital-Wandler 11 wandelt das an
dem analogen Signaleingang 10 anliegende analoge
20 Eingangssignal in Abhängigkeit von einem an einem
Referenzsignalanschluss 12 anlegenden Wandler-Referenzsignal
in einen digitalen Datenstrom um und gibt die digitalen Daten
über digitale Datenausgänge 13 an digitale Signalleitungen 14
ab. Die entsprechend dem analogen Eingangssignal erzeugten
25 digitalen Daten gelangen über die digitalen Datenleitungen 14
zu einer Interface-Schaltung 15, die die digitalen Daten über
digitale Datenleitungen 16 an eine
Datenverarbeitungsschaltung 17 zur Datendekodierung und
Datenauswertung weiterleitet. Der Analog/Digital Wandler 11
30 weist vorzugsweise ein digitales Filter und ein
Dezimationsfilter auf. Der A/D Wandler 11 wird in einen
Betriebsmodus zur Erkennung von Tonsignalen niedriger
getaktet als in einem normalen Betriebsmodus zur Umwandlung
von Nutzsignalen in Nutzdaten. Im
35 Tonsignalerkennungsbetriebsmodus wird die
Datenverarbeitungsschaltung 17 ebenfalls mit einer niedrigen

Taktfrequenz getaktet, so dass insgesamt die Verlustleistung P_v der Tonsignalschaltung sinkt.

- Die an den Datenleitungen 14 anliegenden gewandelten
- 5 digitalen Daten werden über Datenleitungen 18 ferner einem digitalen Dateneingang 19 einer digitalen Steuerschaltung 20 zugeführt. Der digitale Dateneingangsanschluss 19 der digitalen Steuerschaltung 20 ist über eine Leitung 21 mit einem digitalen Bandpassfilter 22 verbunden. Bei dem
- 10 digitalen Bandpassfilter 22 handelt es sich vorzugsweise um ein digitales Bandpassfilter dritter Ordnung. Das Bandpassfilter 22 ist ausgangsseitig über Leitungen 23 mit einer einstellbaren Komparatorschaltung 24 verbunden, deren einstellbare Signalschwellenwerte eine Hysterese aufweisen.
- 15 Die programmierbaren Signalschwellenwerte sind über Einstellleitungen 25 und einen Einstellanschluss 26 der digitalen Steuerschaltung 20 einstellbar bzw. programmierbar. Die Komparatorschaltung 24 ist ausgangsseitig über Leitungen 27 mit einer Nulldurchgangs-Zähleinrichtung 28 verbunden, die
- 20 die Anzahl der Signaldurchgänge des von dem Analog/Digital-Wandlers 11 abgegebenen digitalen Datenstroms zählt und den ermittelten Zählwert über eine Leitung 29 an eine Steuerlogik 30 abgibt.
- 25 Die Steuerlogik 30 ist über Leitungen 31 an einen Speicher 32 angeschlossen, in dem verschiedene Soll-Nulldurchgangsraten für die verschiedenen zu erkennenden Tonsignale abgespeichert sind. Die Steuerlogik 30 vergleicht die durch die Nulldurchgangs-Zähleinrichtung 28 ermittelte Anzahl von
- 30 Nulldurchgängen pro Zeit mit den in dem Speicher 32 abgespeicherten Soll-Nulldurchgangsraten. Falls die Anzahl der ermittelten Nulldurchgänge pro Zeit im wesentlichen einer abgespeicherten vorgegebenen Soll-Nulldurchgangsrate entspricht, erkennt die Steuerlogik 30 der digitalen
- 35 Steuerschaltung 20, dass das analoge an dem Signaleingang 2 anliegende Eingangssignal ein Tonsignal enthält. Bei Erkennen eines Tonsignals wird das Tonsignal durch die Steuerlogik 30

in dem Speicher 32 zwischengespeichert, bis eine vorgegebene Tonsignalkombination, die aus mindestens einem Tonsignal besteht, vorliegt. Sobald eine bestimmte Tonsignalkombination durch die Steuerlogik 30 erkannt wird, gibt die Steuerlogik 5 30 über eine Leitung 33 und einen Interrupt-Steueranschluss 34 der digitalen Steuerschaltung 20 ein Interrupt-Signal über eine Interrupt-Leitung 35 an eine zentrale Steuerung 36 des Empfängers ab. Die zentrale Steuerung 36 erkennt das Interrupt-Signal und ändert den Betriebsmodus des Empfängers 10 entsprechend dem über die Interrupt-Signalleitung 35 erhaltenen Interrupt-Signals.

Die Steuerlogik 30 ist über eine Leitung 37 an einen Einstellanschluss 38 der digitalen Steuerschaltung 20 15 angeschlossen. Der Einstellanschluss 38 liegt über eine Einstellleitung 39 an einem Steueranschluss 40 eines Referenzsignalgenerators 41 an. Der Referenzsignalgenerator 41 enthält einen steuerbaren Signalgenerator 42, der über einen Steueranschluss 43 durch ein an der Leitung 44 20 anliegendes Einstellsignal gesteuert wird. Der steuerbare Signalgenerator 42 erzeugt ein periodisches Referenzwechselspannungssignal V_{refAC} in Abhängigkeit von einem Einstellsteuersignal, das von der Steuerlogik 30 abgegeben wird. Das Einstellsteuersignal stellt die 25 Grundfrequenz des von dem steuerbaren Signalgenerators 42 abgegebenen periodischen Referenzwechselspannungssignal ein. Das erzeugte Referenzwechselspannungssignal V_{refAC} wird von dem steuerbaren Signalgenerator 42 über einen Signalausgang 45 und eine Signalleitung 46 einem ersten Eingang 47 eines 30 Addierers 48 zugeführt. Der Addierer 48 weist einen weiteren Signaleingang 49 auf, der über eine Leitung 50 an einer Referenzspannungsquelle 51 zur Erzeugung einer Referenzgleichspannung V_{refDC} anliegt. Der Addierer 48 addiert die in der Referenzspannungsquelle 51 erzeugte 35 Referenzgleichspannung V_{refDC} und die von dem steuerbaren Signalgenerator 42 erzeugte periodische Referenzwechselspannung V_{refAC} und gibt das Summensignal V_{ref}

über einen Signalausgang 52 und eine Leitung 53 an einen Signalausgang 54 des Referenzsignalgenerators 41 ab. Der Signalausgang 54 des Referenzsignalgenerators 41 ist über eine Leitung 55 mit dem Referenzsignalanschluss 12 des Analog/Digital-Wandlers 11 verbunden.

Der steuerbare Referenzsignalgenerator 42 zur Erzeugung eines periodischen Referenzwechselspannungssignals mit variabler Grundfrequenz f_G erzeugt vorzugsweise ein periodisches Rechtecksignal, dessen Grundfrequenz f_G entsprechend dem von der Steuerlogik 30 abgegebenen Steuersignal variiert wird. Das periodische Rechtecksignal wird in dem Addierer 48 der Referenzgleichspannung V_{refDC} überlagert. Die mit dem Rechtecksignal überlagerte Referenzgleichspannung wird über die Leitung 55 dem Analog/Digital-Wandler zugeführt.

Für den an den digitalen Signalausgang 13 des Analog/Digital-Wandlers 11 anliegenden digitalen Ausgangswert gilt:

$$\text{Digitalwert} = \frac{V_{ein}}{V_{ref}} \quad (1)$$

wobei V_{ein} die Eingangsspannung des analogen Eingangssignals zum Abtastzeitpunkt und

V_{ref} das durch den Referenzsignalgenerator 41 erzeugte analoge Wandler-Referenzsignal darstellt.

Das analoge Wandler-Referenzsignal V_{ref} setzt sich aus der Referenzgleichspannung V_{refDC} und einem periodischen Referenzwechselspannungssignal V_{refAC} mit variabler Grundfrequenz f_G zusammen:

$$V_{\text{ref}} = V_{\text{refDC}} + V_{\text{refAC}} \quad (2)$$

Dabei wird die Referenzgleichspannung V_{refDC} durch die Referenzgleichspannungsquelle 51 und das periodische Referenzwechselspannungssignal V_{refAC} durch den Referenzsignalgenerator 42 erzeugt. Die Grundfrequenz f_G des periodischen Referenzwechselspannungssignals V_{refAC} wird dabei durch die Steuerlogik 30 variiert.

$$V_{\text{refAC}} = A \cdot \sin(2\pi f_G \cdot t) \quad (3)$$

wobei A die Amplitude des periodischen Referenzwechselspannungssignals und f_G die einstellbare variable Grundfrequenz des Referenzwechselspannungssignals ist.

Der Analog/Digital-Wandler 11 multipliziert entsprechend der Gleichung (1) den inversen Wert des erzeugten analogen Referenzsignals V_{ref} mit dem am analogen Eingangsanschluss 10 anliegenden analogen Eingangssignals V_{ein} und wirkt somit wie eine Mischstufe. Die einstellbare variable Grundfrequenz f_G des periodischen Referenzwechselspannungssignals bildet die Mischfrequenz dieser Mischstufe, so dass hochfrequente Tonsignale mit einer bestimmten Tonsignalfrequenz auf eine bestimmte Zwischenfrequenz f_z durch den Analog/Digital-Wandler 11 heruntergemischt werden. Die Mischfrequenzen bzw. die Grundfrequenzen f_G des periodischen Referenzwechselspannungssignals können für alle zu erkennenden Tonsignale programmiert und in dem Speicher 32 der digitalen Steuerschaltung 20 gespeichert werden. Die Steuerlogik 30 liest die notwendigen Grundfrequenzen f_G zur Erkennung eines zugehörigen Tonsignals aus dem Speicher 32 aus und steuert den Signalgenerator 42 zur Erzeugung entsprechender periodischer Referenz-Wechselspannungssignale an. Dabei werden vorzugsweise sukzessive alle in Frage kommenden Grundfrequenzen f_G für die verschiedenen Tonfrequenzen durchgeschaltet, so dass der

Referenzsignalgenerator 42 nacheinander verschiedene periodische Referenz-Wechselspannungssignale mit unterschiedlichen Grundfrequenzen f_G abgibt, die in dem Addierer 48 der Referenzgleichspannung V_{refDC} überlagert werden. Das Durchschalten der verschiedenen Grundfrequenzen f_G erfolgte dabei vorzugsweise zyklisch, bis ein Tonsignal durch die digitale Steuerschaltung 20 erkannt wird.

Fig. 3 zeigt ein vereinfachtes Ablaufdiagramm verschiedener Verfahrensschritte zur Erkennung von Tonsignalen innerhalb der digitalen Steuerung 20.

In einem Schritt S1 werden die für die verschiedenen Tonsignale notwendigen variablen Grundfrequenzen zur Tonsignalerfassung eingestellt bzw. programmiert.

Im Schritt S2 schaltet die digitale Steuerung 20 in einem Betriebsmodus zur Erkennung von Tonsignalen um.

Im Schritt S3 wird ein periodisches Referenz-Wechselspannungssignal V_{refAC} mit der variablen Grundfrequenz f_G für ein zu erkennendes Tonsignal erzeugt und an den Analog/Digital-Wandler 1 angelegt.

Nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne werden im Schritt S4 die Anzahl der Nulldurchgänge des digitalen Datensignals durch die Nulldurchgangs-Zähleinrichtung 28 der digitalen Steuerschaltung 20 gemessen und an die Steuerlogik 30 abgegeben.

Im Schritt S5 berechnet die Steuerlogik 30 die Anzahl der Signalnulldurchgänge pro Zeit und vergleicht sie mit den gespeicherten Soll-Nulldurchgangsraten für die verschiedenen Tonsignale. Falls die Anzahl der berechneten Nulldurchgänge pro Zeit mit einer vorgegebenen Soll-Nulldurchgangsrate übereinstimmt, wird ein Tonsignal erkannt. Das erkannte Tonsignal wird gegebenenfalls zur Erkennung einer bestimmten

Tonsignalkombination in dem Speicher 32 zwischengespeichert, wobei die Tonsignalkombination mindestens aus einem vorgegebenen Tonsignal besteht.

- 5 Falls alle Tonsignale einer Tonsignalkombination erkannt worden sind, gibt die Steuerlogik 30 in einem Schritt S5 ein entsprechendes Interruptsignal an die zentrale Steuerung 36 ab.
- 10 In einem Schritt S7 wird die variable Grundfrequenz f_G für das nächste erkennende Tonsignal eingestellt. Die verschiedenen Grundfrequenzen f_G für die verschiedenen zu erkennenden Tonsignale werden zyklisch durch die Steuerlogik 30 an dem Signalgenerator 42 eingestellt.

15

Die Fig. 4a bis c zeigen den Analog/Digital-Wandler 11 mit den zugehörigen Signalspektren.

- Das an dem Signaleingang 10 anliegende Eingangstonsignal mit einer Tonsignalfrequenz f_E wird in dem Analog/Digital-Wandler 11 mit dem inversen Wandler-Referenzsignal V_{ref} multipliziert bzw. gemischt, wobei das Referenzsignal V_{ref} eine diskrete Frequenzspektrallinie bei der Grundfrequenz f_G aufweist. Durch die Multiplikation im Zeitbereich erfolgt eine Faltung im Frequenzbereich, so dass das anliegende Tonsignal 25 heruntergemischt wird. Die Eingangsfrequenz f_E wird auf die Zwischenfrequenz f_z heruntergemischt. Der Frequenzabstand Δf zwischen der Grundfrequenz und der Eingangsfrequenz f_E des zu erwartenden Tonsignals wird derart eingestellt, dass die 30 verschiedenen Tonsignale auf die gleiche Zwischenfrequenz f_z heruntergemischt werden.

- Die Anzahl der verschiedenen zu erkennenden Tonsignale, sowie deren Signalfrequenzen mit zugehörigen einzustellenden 35 variablen Grundfrequenzen f_G sind bei der erfindungsgemäßen Signalerkennungsschaltung in einfacher Weise programmierbar. Daher ist die erfindungsgemäße Tonsignalerkennungsschaltung

1, so wie sie in Fig. 2 zu erkennen ist, flexibel für verschiedenste Anwendungen einsetzbar, ohne dass schaltungstechnisch aufwendige selektive Bandpassfilter notwendig werden.

5

Die erfindungsgemäße digitale Tonsignalerkennungsschaltung 1 nutzt den vorhandenen Analog/Digital-Wandler 11 zusätzlich als Mischstufe, wobei das gewonnene Mischsignal bereits digital vorliegt und somit auch digital ausgewertet werden kann. Da die analogen Eingangssignal auf die gleiche Zwischenfrequenz f_z heruntergemischt werden, benötigt die digitale Steuerschaltung 20 lediglich ein einziges festes digitales Bandpassfilter 22, um diese Zwischenfrequenz f_z zu selektieren.

15

Patentansprüche

1. Tonsignalerkennungsschaltung für eine Empfangsschaltung zur Erkennung von mindestens einem Tonsignal mit vorgegebener Tonsignalfrequenz (f_E), die in einem empfangenen analogen Eingangssignal enthalten ist, mit:

(a) einem Referenzsignalgenerator (41) zur Erzeugung eines analogen Wandler-Referenzsignals V_{ref} , das aus einer Referenzgleichspannung (V_{refDC}) und einer der Referenzgleichspannung (V_{refDC}) überlagerten periodischen Referenz-Wechselspannung (V_{refAC}) mit variabler Grundfrequenz (f_G) besteht;

(b) einem Analog/Digital-Wandler (11) zur Umwandlung des analogen Eingangssignals in einen digitalen Datenstrom in Abhängigkeit von dem analogen Wandler-Referenzsignal (V_{ref}); und mit

(c) einer digitalen Steuerschaltung (20), die die variable Grundfrequenz (f_G) des durch den Referenzsignalgenerator (42) erzeugten Referenzsignals (V_{ref}) entsprechend den vorgegebenen Tonsignalfrequenzen (f_G) der zu erkennenden Tonsignale einstellt und den von dem digitalen Analog/Digital-Wandler (11) abgegebenen digitalen Datenstrom zur Erkennung eines dem Tonsignal entsprechenden Datenmusters auswertet.

2. Tonsignalerkennungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Referenzsignalgenerator (41) eine Referenzspannungsquelle (51) zur Erzeugung der Referenzgleichspannung (V_{refDC}),

einen steuerbaren Signalgenerator (42) zur Erzeugung des periodischen Referenz-Wechselspannungssignals (V_{refAC}) in Abhängigkeit von einem von der digitalen Steuerschaltung (20)

empfangenen Grundfrequenzeinstellsignals zur Einstellung der Grundfrequenz (f_G) und einen

5 Addierer aufweist, der die Referenzgleichspannung (V_{refDC}) mit der periodischen Referenz-Wechselspannung (V_{refAC}) zur Bildung des Wandler-Referenzsignals (V_{ref}) addiert.

3. Tonsignalerkennungsschaltung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die digitale Steuerschaltung (20) eine Nulldurchgangs-Zähleinrichtung (28) enthält, die die Anzahl der Nulldurchgänge des von dem Analog/Digital-Wandler (11) abgegebenen digitalen Datenstroms zählt, wobei die digitale Steuerschaltung (20) ein Tonsignal erkennt, wenn die Anzahl
15 der Nulldurchgänge pro Zeit einer vorgegebenen Soll-Nulldurchgangsrate entspricht.

4. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass die verschiedenen Soll-Nulldurchgangsraten der zu erkennende Tonsignale in der digitalen Steuerschaltung (20) einstellbar sind.

25 5. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die digitale Steuerschaltung (20) eine Komparatorschaltung (24) mit einstellbaren
30 Signalschwellenwerten enthält.

6. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
35 dass die digitale Steuerschaltung (20) ein digitales Bandpassfilter (22) zur Bandpassfilterung des digitalen Datenstroms aufweist.

7. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

5 dass die erkannten Tonsignale in einem Speicher (32) der digitalen Steuerschaltung (20) zwischengespeichert werden.

8. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die digitale Steuerschaltung (20) bei einer vorgegebenen Tonsignalkombination, die aus mindestens einem Tonsignal besteht, ein entsprechendes Interruptsignal an eine zentrale Steuerung (36) der Empfängerschaltung abgibt.

15

9. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

20 dass der Analog/Digital-Wandler (11) ein digitales Filter und ein Dezimationsfilter enthält.

10. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

25 dass das empfangene analoge Eingangssignal ein xDSL-Signal ist.

11. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Empfängerschaltung eine Modem-Empfängerschaltung ist.

12. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

35

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Modem-Empfängerschaltung bei Empfang des Interrupt-Signals von der digitalen Steuerschaltung (20) durch die zentrale Steuerung (36) die Empfängerschaltung von einem Bereitschaftsbetriebsmodus in einen Datenempfangs-

5 Betriebsmodus umschaltet.

13. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

10 dass dem Digital/Analog-Wandler (11) ein Anti-Aliasing-Filter (8) vorgeschaltet ist.

14. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass dem Anti-Aliasing-Filter (8) eine automatische Verstärkungssteuerschaltung (5) vorgeschaltet ist.

15. Tonsignalerkennungsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der von dem Analog/Digital-Wandler 11 abgegebene digitale Datenstrom durch eine nachgeschaltete Datenverarbeitungsschaltung des Empfängers (17) ausgewertet wird.

16. Verwendung eines Analog/Digital-Wandlers (11) als Mischstufe zum Mischen eines analogen Eingangssignals mit einem analogen Referenzsignal.

30

17. Analog/Digital-Wandler nach Anspruch 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Analog/Digital-Wandler (11) das analoge Eingangssignal in einen digitalen Datenstrom umwandelt, der zur Erkennung eines analogen Tonsignals ausgewertet wird.

35

Zusammenfassung

Tonsignalerkennungsschaltung zur Erkennung von Tonsignalen

- 5 Tonsignalerkennungsschaltung für eine Empfangsschaltung zur
Erkennung von mindestens einem Tonsignal vorgegebener
Tonsignalfrequenz (f_E), die in einem empfangenen analogen
Eingangssignal enthalten ist, mit einem
Referenzsignalgenerator (41) zur Erzeugung eines analogen
10 Wandler-Referenzsignals, das aus einer Referenzgleichspannung
(V_{refDC}) und einer der Referenzgleichspannung überlagerten
periodischen Referenz-Wechselspannung (V_{refAC}) mit variabler
Grundfrequenz (f_G) besteht, einem Analog/Digital-Wandler (11)
zur Umwandlung des analogen Eingangssignals in einen
15 digitalen Datenstrom in Abhängigkeit von dem analogen
Wandler-Referenzsignal (V_{ref}); und mit einer digitalen
Steuerschaltung (20), die die variable Grundfrequenz (f_G) des
durch den Referenzsignalgenerator (42) erzeugten
Referenzsignals (V_{ref}) entsprechend den vorgegebene
20 Tonsignalfrequenzen (f_G) der zu erkennenden Tonsignale
einstellt und den von dem digitalen Analog/Digital-Wandler
(11) abgegebenen digitalen Datenstrom zur Erkennung eines dem
Tonsignal entsprechenden Datenmusters auswertet.

(25 Fig. 2

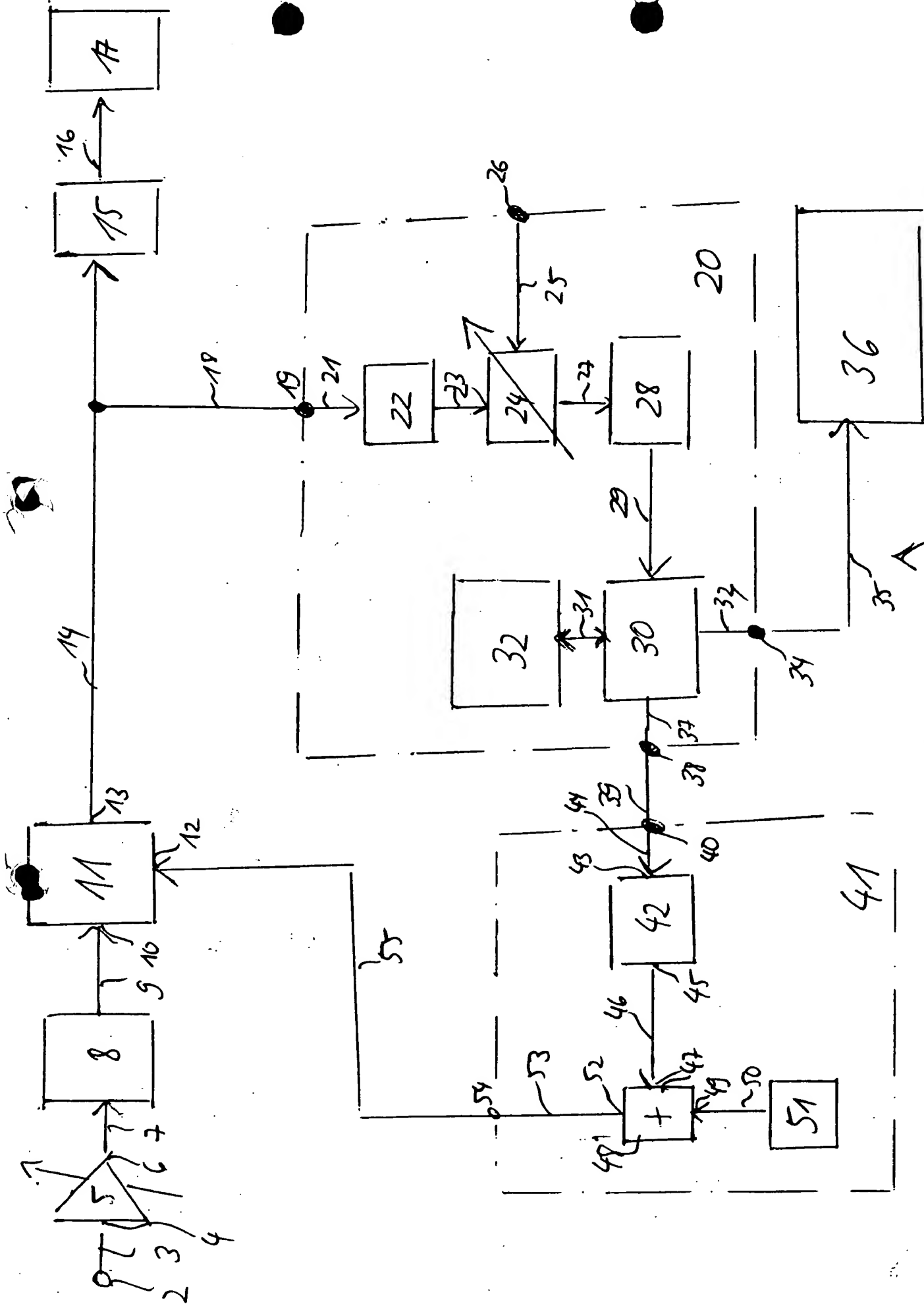


Fig. 2

Bezugszeichenliste

	1	Empfänger
	2	Signaleingang
5	3	Leitung
	4	Eingang
	5	Verstärkungsregelungsschaltung
	6	Ausgang
	7	Leitung
10	8	Anti-Aliasing-Filter
	9	Leitung
	10	Analogsignaleingang
	11	Analog/Digital-Wandler
	12	Referenzsignaleingang
15	13	Digitaler Ausgang
	14	Digitalleitungen
	15	Interfaceschaltung
	16	Leitungen
	17	Datenverarbeitungseinheit
20	18	Leitungen
	19	Digitaler Eingang
	20	Digitale Steuerschaltung
	21	Leitungen
	22	Bandpassfilter
25	23	Leitungen
	24	Komparatorschaltung
	25	Einstellleitungen
	26	Einstellanschluss
	27	Leitungen
30	28	Nulldurchgangs-Zähleinrichtung
	29	Leitungen
	30	Steuerlogik
	31	Leitungen
	32	Speicher
35	33	Leitungen
	34	Interrupt-Ausgangsanschluss
	35	Interruptleitung

	36	Zentrale Steuerung
	37	Leitung
	38	Einstellanschluss
	39	Leitung
5	40	Einstelleingang
	41	Referenzsignalgenerator
	42	Signalgenerator
	43	Eingang
	44	Leitung
10	45	Ausgang
	46	Leitung
	47	Addierereingang
	48	Addierer
	49	Addierereingang
15	50	Leitung
	51	Referenzspannungsquelle
	52	Addiererausgang
	53	Leitung
	54	Referenzsignalgeneratorausgang
20	55	Leitung

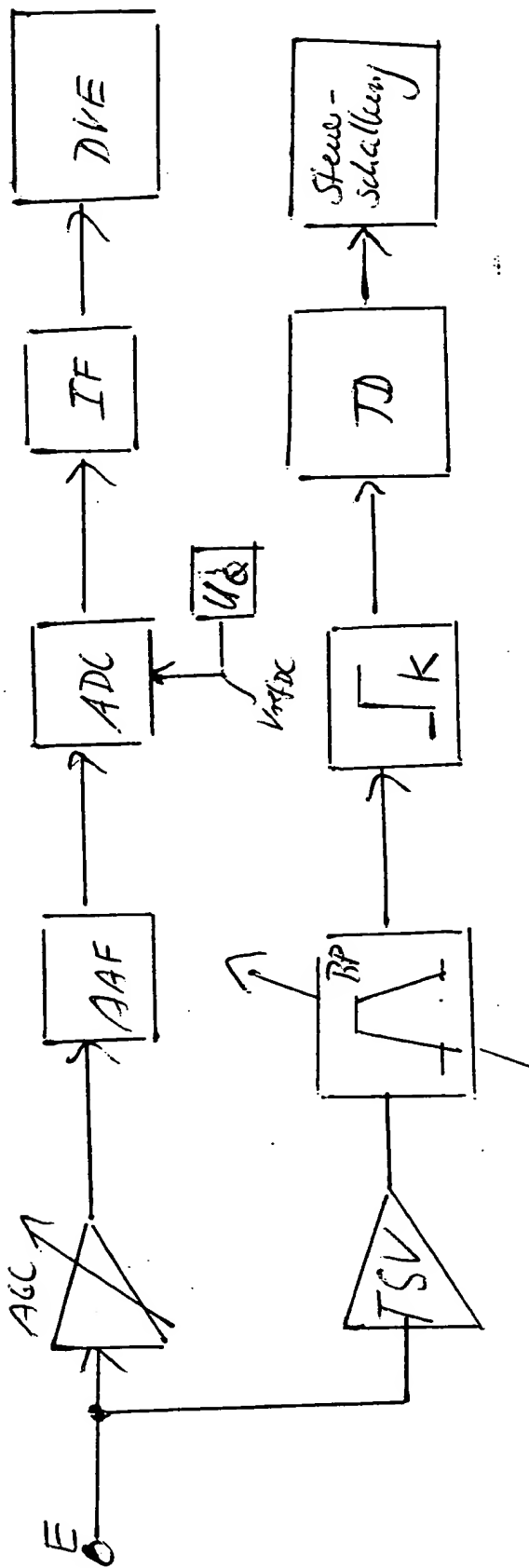


Fig. 1

2/1

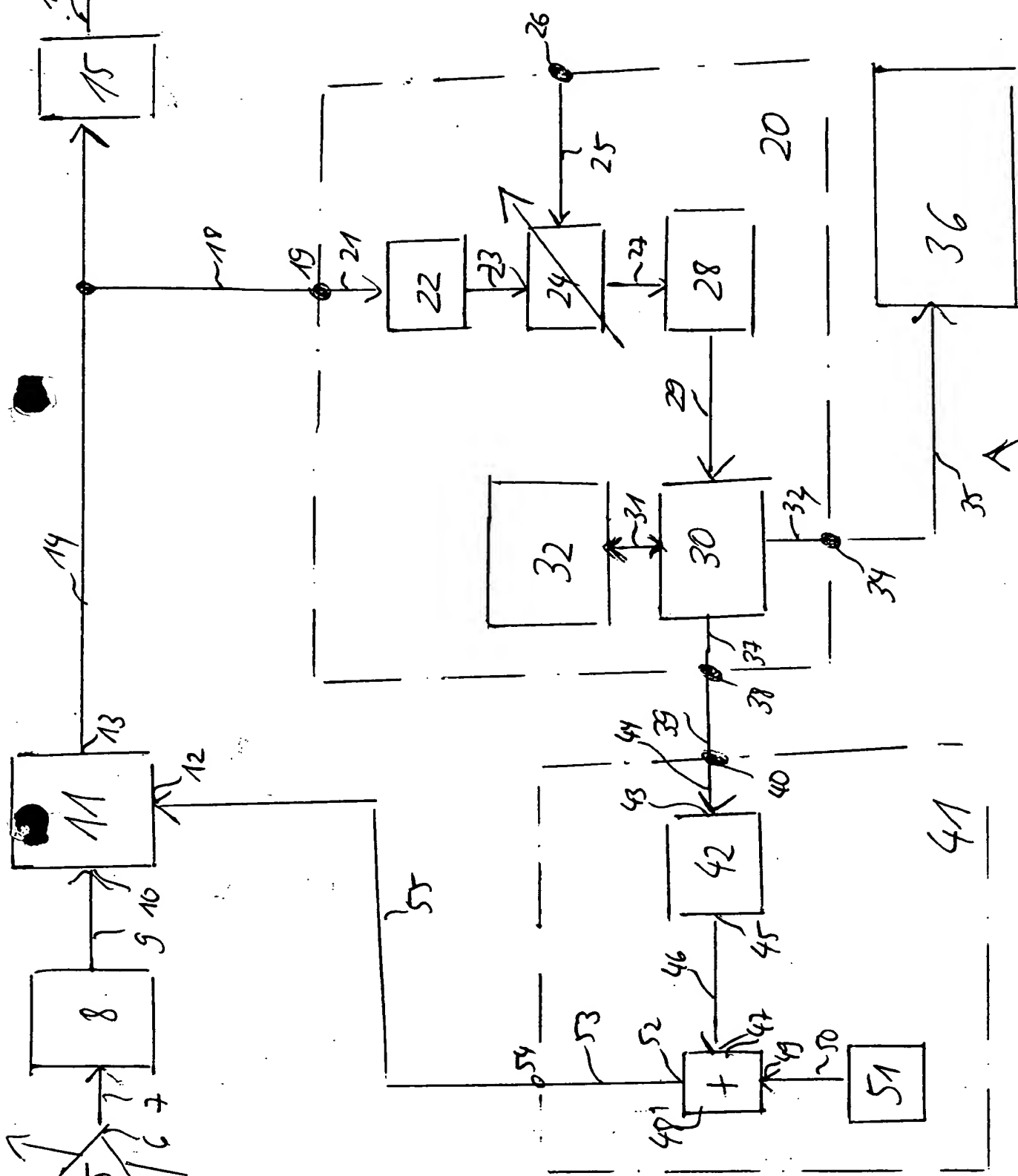


Fig. 2

3/4

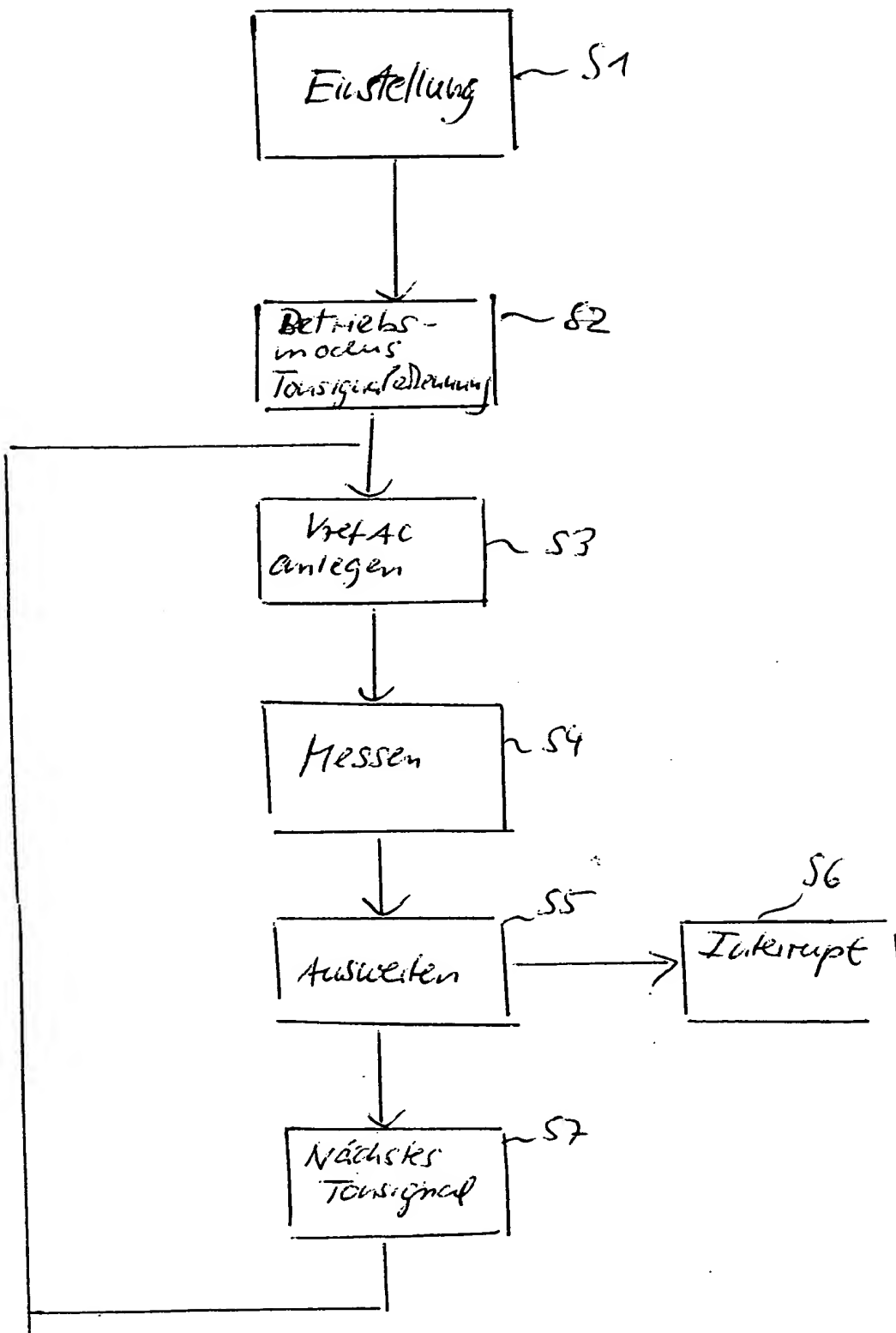


Fig. 3

4
4

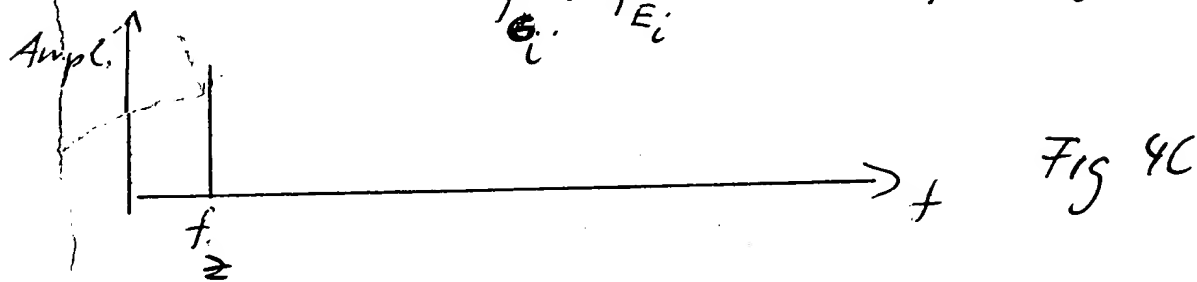
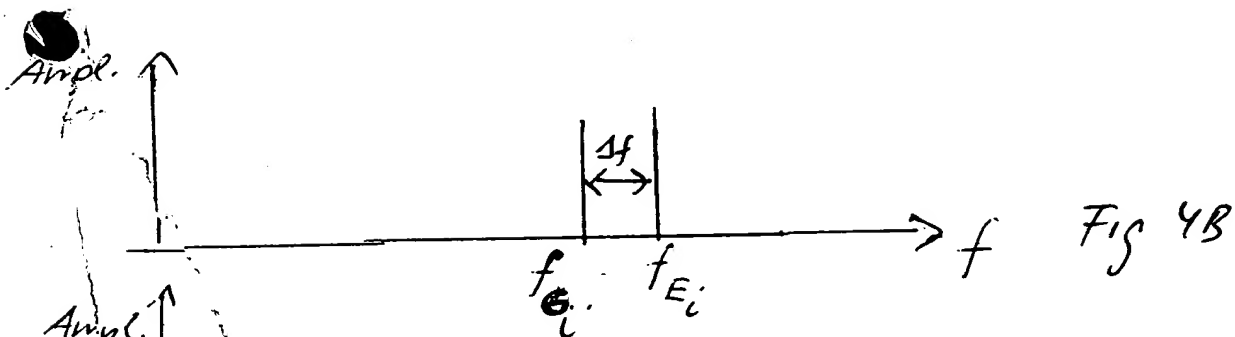
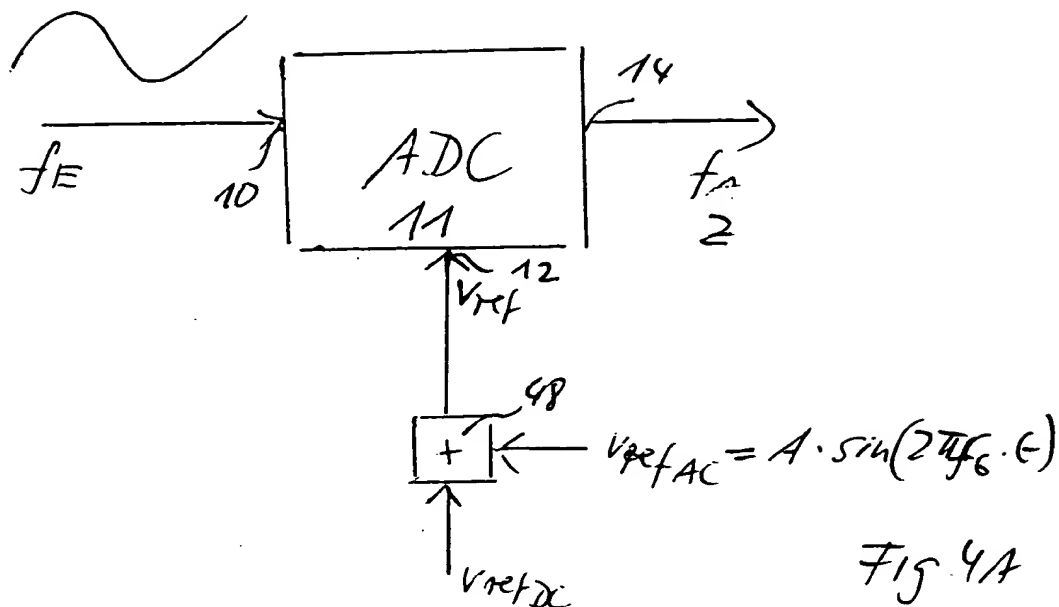


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.